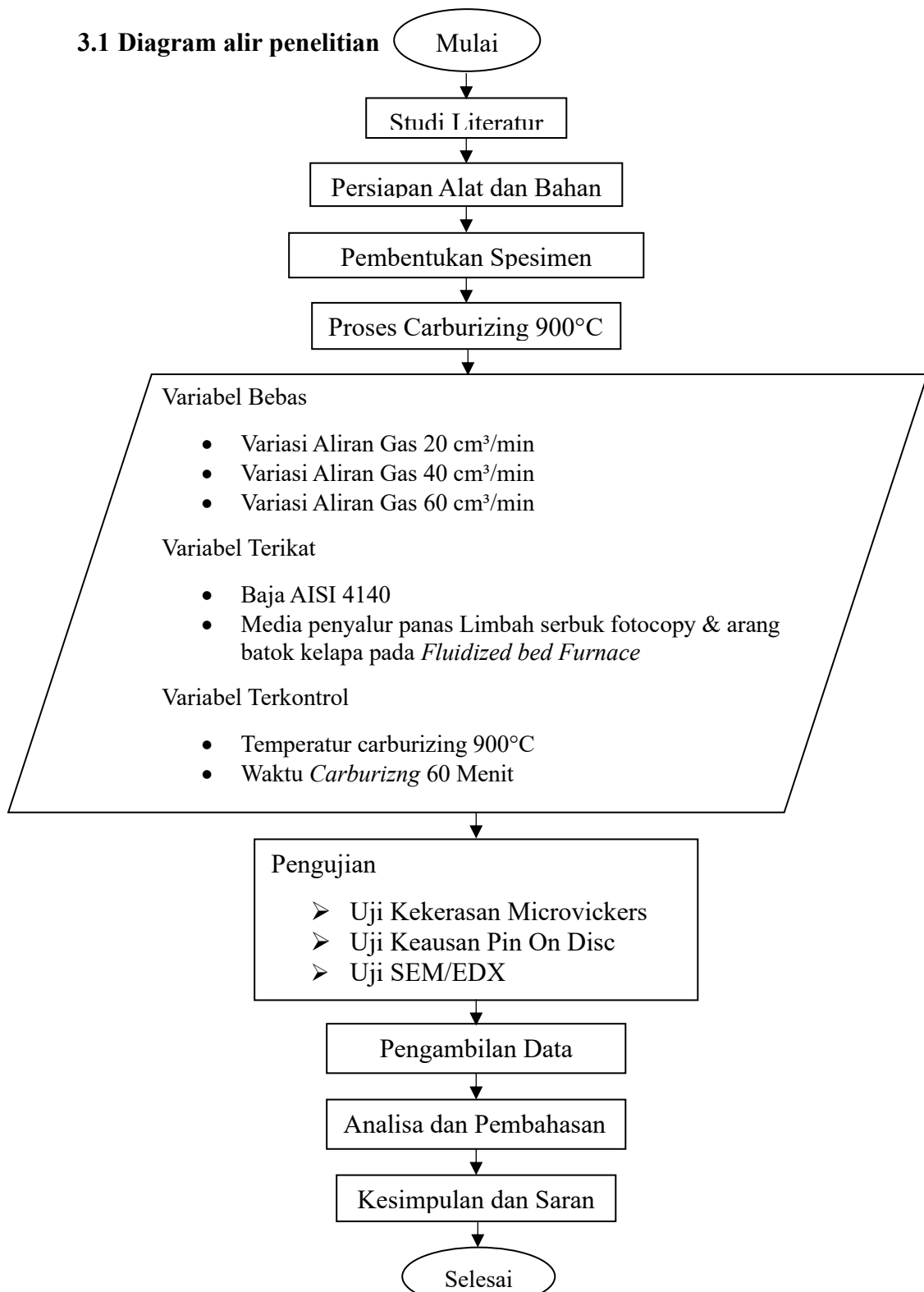


# BAB III

## METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 3. 1 Diagram Alir penelitian

(Sumber : Dokumen Pribadi)

## 3.2 Penjelasan Diagram Alir Penelitian

### 3.2.1 Studi Literatur

Sebelum memulai penelitian, langkah pertama yang perlu dilakukan adalah melakukan studi literatur dengan mencari referensi dari berbagai sumber seperti jurnal dan buku yang terkait dengan topik penelitian yang akan dilakukan. Studi literatur melibatkan proses pengumpulan data yang valid dan pengolahan data yang telah diperoleh, dengan tujuan untuk memberikan landasan teori yang diperlukan dalam melakukan penelitian.

### 3.2.2 Persiapan bahan dan alat-alat

Dalam penelitian ini, terdapat sejumlah peralatan yang digunakan, termasuk di antaranya peralatan untuk melakukan pengelasan dan pembuatan sampel. Berikut adalah daftar peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini:

#### Alat :

##### 1. *Fluidized bed furnace*

Alat ini digunakan untuk proses *surface hardening* yaitu *carburizing* pada material baja paduan AISI 4140 yang akan dilakukan penelitian. Proses penelitian dilaksanakan di laboratorium material jurusan Teknik Mesin ITN Malang.



Gambar 3. 2 *Fluidized Bed Furnace*

(Sumber : Dokumen Pribadi)

### Langkah – langkah penggunaan Fluidized Bed Furnace

1. Putar saklar *fluidized bed furnace* ke arah ON,
2. Setelah alat menyala, ON kan saklar Air, Nitrogen, Amonia, dan LPG
3. Menyiapkan 9 spesimen yang akan dilakukan proses *carburizing*,
4. Menyiapkan media pendingin yang berupa Air
5. Atur temperatur menjadi 900°C dengan *holding time* 60 menit,
6. Pada suhu 500°C matikan saklar Air dan Amonia, masukan 9 spesimen secara bersamaan pada tungku Pembakaran yang akan dilakukan proses *carburizing*
7. Setelah mencapai suhu 900°C dan *holding time* 60 menit keluarkan 9 spesimen dari tungku pembakaran dan dinginkan di media pendingin yang telah disiapkan
8. Setelah selesai melakukan proses perlakuan panas, matikan saklar Nitrogen, dan LPG
9. biarkan temperatur menurun hingga sama dengan temperatur ruangan
10. Matikan Alat dengan menekan memutar saklar OFF.

## 2. Seling

Alat yang digunakan untuk mengangkat spesimen setelah dilakukan proses *carburizing*.



Gambar 3. 3 Seling

(Sumber : Dokumen pribadi)

### 3. Penyaring Mesh

Untuk menyaring limbah serbuk fotocopy agar didapat sesuai dengan ukuran yang diinginkan.



Gambar 3. 4 Saringan mesh Ukuran 120

(Sumber : Dokumen Pribadi)

### 4. Kertas Gosok

untuk menghaluskan permukaan spesimen agar memudahkan proses pengujian spesimen



Gambar 3. 5 Amplas

(Sumber : Dokumen Pribadi)

## 5. Hackshaw

Untuk memotong *Round Bar* menjadi spesimen



Gambar 3. 6 Gergaji Besi

(Sumber : Dokumen Pribadi)

## 6. Jangka sorong

Untuk menentukan ketebalan baja 4140 yang akan dijadikan spesimen uji coba



Gambar 3. 7 Jangka Sorong

(Sumber : Dokumen Pribadi)

## 7. Timbangan Digital

Untuk mengetahui berat spesimen sebelum di beri perlakuan dan sesudah di beri perlakuan *carburizing*

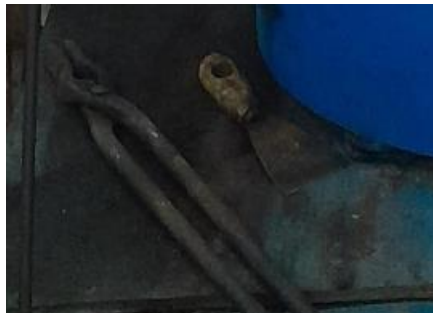


Gambar 3. 8 Timbangan Digital

(Sumber : Dokumen Pribadi)

## 8. Tang Penjepit

Digunakan untuk mengangkat sampel pada saat setelah perlakuan *carburizing* untuk dilanjutkan ke perlakuan *quenching*.



Gambar 3. 9 Tang Penjepit

(Sumber : Dokumen Pribadi)

**Bahan :**

**1. Baja AISI 4140**

Baja AISI 4140 saya dapatkan dari toko resmi baja yang sudah memiliki *mill certificate*. Salah satu baja yang dihasilkan untuk pembuatan berbagai komponen permesinan.



**SeAH Besteel Corp.**  
1-6, SORYONG-DONG, KUNSAN,  
CHEONBUK, KOREA(573-711)

Date : 2019-01-11  
Cert. No. : 201901-039434  
Customer :  
Heat No. : 286991

## MILL CERTIFICATE

TEL : +82-(0)63-460-8572, 8318(OA)  
+82-(0)63-460-8114(Repres.)  
FAX : +82-(0)63-460-8423 Page(0/0)

Steel Grade : AISI 4140/SCM 440    Size (mm) : 16 - 600  
Shape of Product : ROUND BAR    Length (mm) : 6,000  
Delivery Condition : As Rolled    Weight (kg) :  
Quantity(pcs) : 1

Inspection Items	Chemical Composition (wt. %)									
	C	SI	MN	P	S	CU	NI	CR	MO	
	x 100	x 100	x 100	x 100	x 100	x 100	x 1000	x 1000	x 100	
Spec.	Min.	38	15	75						
	Max.	43	35	100	35	20		80	15	25
	Result	41	25	67	16	20	25	103	15	

Inspection Items	Product Hardness (HB)		
	SURFACE	255-273 HB	50-52 HRC


**Mechanical Properties AISI 4140/SCM 440**

Mechanical Properties	Symbol	Steel
Yield strength (N/mm <sup>2</sup> )		≥739
Tensile Strength (N/mm <sup>2</sup> )		≥892
Extension ratio (%)		≥18.2
Area reduction (%)		≥63
Impact (V)		87 - 88

<<Remarks>>

B/D/S : 4

----- End of report -----

<p>We hereby certify that the material described herein has been made in accordance with the rules of the contract.</p>	<p>Certified by  Manager of Quality Assurance Dept</p>
---	---

Gambar 3. 10 Mill Certificate Baja AISI 4140  
(Sumber : UD Rizki Barokah Steel , 2023)



Gambar 3. 11 Baja AISI 4140

## 2. Limbah Serbuk Fotocopy

Limbah serbuk fotocopy digunakan sebagai media Pemanasan *fluized bed furnance*



Gambar 3. 12 Limbah serbuk karbon fotocopy

(Sumber : Dokumen pribadi)

## 3. Arang Batok Kelapa

Diperoleh dari tempat pembuatan arang batok kelapa, sebagai campuran dari dari serbuk fotokopi bekas yang akan digunakan untuk pengganti alumina pada *Fluized Bed Furnance*





Gambar 3. 13 Arang Batok Kelapa

(Sumber : Dokumen Pribadi)

#### 4. Gas LPG

Diperoleh dari tempat pengisian ulang gas, sebagai gas pembentuk carbon akibat reaksi kimia dengan Fe dan nitrogen untuk membentuk karbida dalam karbon rendah.



Gambar 3. 14 Gas LPG

(Sumber : Dokumen Pribadi)

## 5. Gas Nitrogen (N<sub>2</sub>)

Gas nitrogen digunakan saat proses *carburizing* di dapur *fluidized bed furnace* dengan kandungan yang mengimbangi gas propana dan gas amonia dengan tekanan 1,6 mbarr atau 0,16 Kpa.



Gambar 3. 15 Gas Nitrogen

(Sumber : Dokumen Pribadi)

### 3.2.3 Penentuan Variabel Penelitian

Variabel penelitian merujuk pada karakteristik, atribut, atau hal-hal lain yang menjadi fokus perhatian dalam suatu penelitian, sehingga memunculkan variasi antara satu objek dengan objek lainnya dalam kelompok tertentu, yang kemudian digunakan untuk menyimpulkan hasil penelitian. Berikut adalah daftar variabel yang saya gunakan dalam penelitian ini:

Pada penelitian ini variable yang digunakan antara lain :

Variabel bebas :

- Laju Aliran Gas 20 cm<sup>3</sup>/menit
- Laju Aliran Gas 40 cm<sup>3</sup>/menit
- Laju Aliran Gas 60 cm<sup>3</sup>/menit

Variabel terikat :

- Uji Keausan Pin On Disc
- Uji kekerasan Microvickers
- Uji Scanning Electron Microscopy

Variabel Terkontrol :

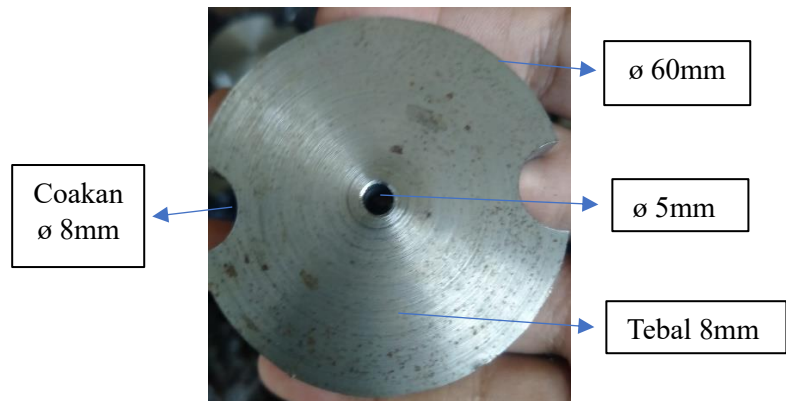
- Baja AISI 4140
- Temperatur *Carburizing* 900°C
- Media Karburasi Limbah Serbuk Fotocopy & arang batok kelapa
- Waktu *Carburizing* 60 menit
- Media *Quenching* Air

### **3.2.4 Proses Pembuatan Spesimen Baja AISI 4140**

Melakukan pembelian Baja AISI 4140 dengan jumlah spesimen 10 untuk dilakukan proses penelitian dan pengujian.

a. Pembuatan Sampel Pengujian Keausan

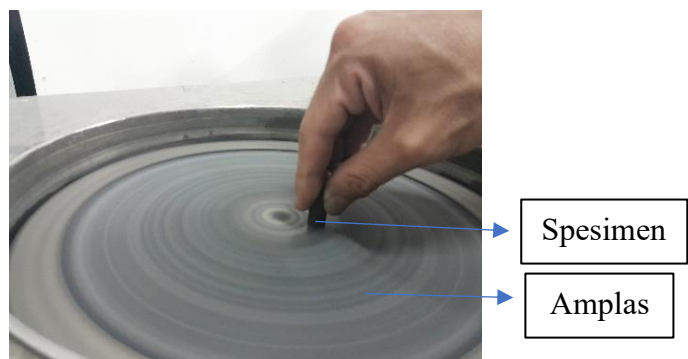
- Mempersiapkan alat dan bahan.
- Gerinda potong dan mesin bubut disiapkan.
- Membuat gambar pada kertas yang agak tebal atau mal mengacu ukuran standar ASTM G 99, ukuran spesimen mengacu pada standar ASTM G 99 adalah diameter 60 mm dan tebal 10 mm.
- Memotong round baja aisi 4140 dengan hacksaw atau gergaji besi dengan ukuran diameter 60 mm dan tebal 10 mm.
- Membubut round baja yang telah di potong dengan hacksaw atau gergaji besi untuk dibentuk spesimen uji keausan dengan ukuran diameter 60 mm dan tebal 10 mm.
- Bahan yang sudah terbentuk tersebut dirapikan permukaannya dengan kertas gosok



Gambar 3. 16 Hasil Spesimen  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

b. Pembuatan sampel pengujian Kekerasan

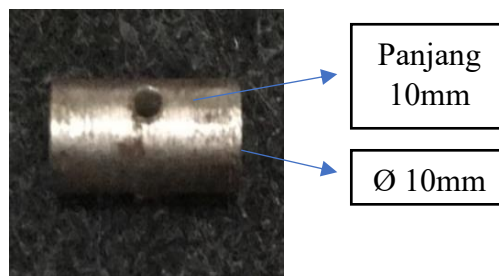
- Mempersiapkan alat dan bahan
- Gerinda potong dan mesin bubut disiapkan
- Pemotongan material round menjadi material spesimen uji kekerasan dengan tebal 20mm
- Pembubutan material round dengan diameter 13mm menjadi diameter 10mm
- Pengamplasan spesimen dengan kertas gosok
- Pengujian Kekerasan menggunakan spesimen uji keausan untuk di uji kekerasan menggunakan uji kekerasan Microvickers



Gambar 3. 17 Proses pengamplasan spesimen  
(Sumber : Dokumen Pribadi)

c. Pembuatan sampel pengujian SEM-EDX

- Mempersiapkan alat dan bahan
- Mesin bubut dan gerinda tangan disiapkan
- Pemotongan material round menjadi material spesimen uji SEM-EDX dengan tebal 10mm
- Pembubutan material round dengan diameter 13mm menjadi diameter 10mm
- Pengujian SEM-EDX menggunakan spesimen dengan diameter 10mm dan tinggi 10mm



Gambar 3. 18 Spesimen SEM-EDX

(Sumber : Dokumen Pribadi)

- Pengamplasan spesimen dengan kertas gosok



Gambar 3. 19 Permukaan Spesimen SEM-EDX

(Sumber : Dokumen Pribadi)

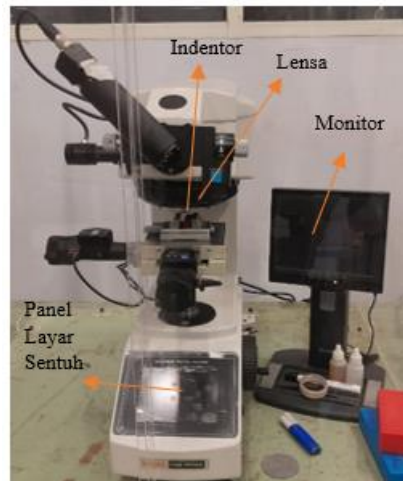
### 3.2.5 Proses *Carburizing*

*Carburizing* dilakukan menggunakan dapur *fluidized bed furnace* yang berada di laboratorium material ITN Malang. Dalam proses ini menggunakan temperatur 900°C dengan menggunakan variasi laju aliran gas LPG antara lain : 20 cm<sup>3</sup>/menit, 40 cm<sup>3</sup>/menit dan 60 cm<sup>3</sup>/menit. Adapun media karburasi menggunakan limbah serbuk fotocopy. Media pendingin yang digunakan adalah air. Dalam proses *carburizing* ini menggunakan beberapa macam gas, seperti gas Propana, dan Nitrogen.

#### 1. Uji Kekerasan

Uji kekerasan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material.

- Pengujian Kekerasan Micro Vickers serta pengambilan data yang dilakukan di Laboratorium Pengujian Bahan, Program Studi Teknik Mesin Politeknik Negeri Malang.
- Pengujian kekerasan Micro vickers menggunakan sampel uji keausan untuk di uji kekerasan Micro Vickers
- Menyiapkan sampel uji kekerasan
- Menempatkan sampel uji pada alat uji kekerasan Micro Vickers
- Memulai proses pengujian kekerasan Micro Vickers
- Mencatat data hasil pengujian kekerasan Micro Vickers
- Mengulangi dengan langkah-langkah yang sama untuk sampel uji selanjutnya
- Menghitung data hasil pengujian keausan dari semua sampel

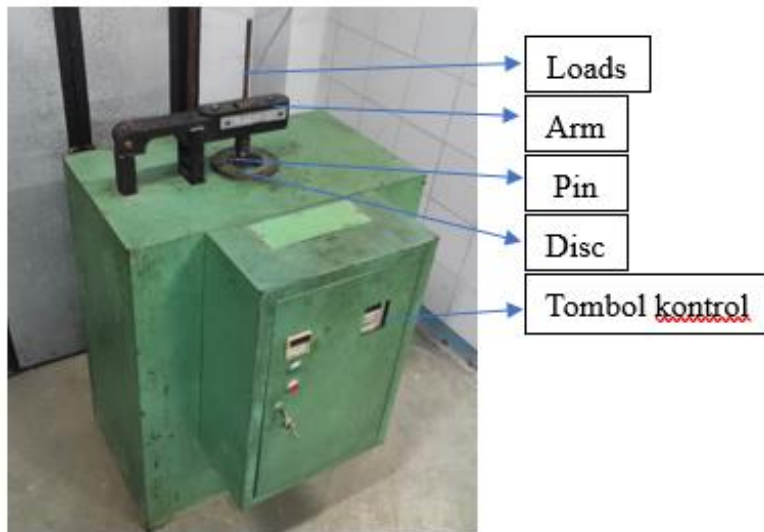


Gambar 3. 20 Alat Uji Micro Vickers

## 2. Uji Keausan

Uji Keausan dilakukan untuk mengetahui Ketahanan Keausan pada spesimen baja karbon sedang yang akan diuji.

- Pengujian Keausan serta pengambilan data yang dilakukan di Laboratorium Material, Program Studi Teknik Mesin S1, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Pengujian Keausan dengan dimensi sampel uji mengacu pada standar ASTM G 99
- Menimbang berat sampel uji dan di catat sebagai berat awal sampel
- Menyiapkan sampel uji keausan
- Menyalakan mesin uji keausan
- Memasangkan sampel uji keausan pada disk mesin uji keausan kemudian memasang lock agar sampel uji terpasang dengan kuat pada posisi disk untuk di uji keausan
- Memulai proses uji keausan
- Menimbang sampel uji setelah selesai di uji keausan dan di catat sebagai berat akhir
- Mengulangi dengan langkah-langkah yang sama untuk sampel uji selanjutnya
- Menghitung data hasil pengujian keausan dari semua sampel.



Gambar 3. 21 Alat Uji Keausan *Pin On Disc*

(Sumber : Dokumen Pribadi)

### 3. Uji SEM/EDX

- Pengujian SEM serta pengambilan data yang dilakukan di Laboratorium Biosains Universitas Brawijaya Malang.
- Pengujian kekerasan Micro Vickers menggunakan sampel uji keausan dengan data terbaik dari uji keausan dan kekerasan untuk di uji SEM
- Menyiapkan sampel uji SEM
- Menempatkan sampel pada alat uji SEM
- Memulai proses pengujian SEM
- Mencatat data hasil pengujian SEM
- Mengulangi dengan langkah-langkah yang sama untuk sampel uji selanjutnya
- Menganalisa data hasil pengujian sem dari semua sampel





Gambar 3. 22 Alat Uji SEM-EDX

(Sumber : Dokumen Pribadi)

### 3.2.6 Pengolahan Data dan Pembahasan

Proses pengolahan data dilakukan agar mengetahui hasil dari 9 spesimen yang telah dilakukan proses perlakuan panas dengan metode *carburizing*, kekerasan yang ada pada permukaan baja AISI 4140 dengan proses carburisasi pada temperatur 900°C dengan menggunakan limbah serbuk fotocopy sebagai media karburasi. Media quenching yang digunakan pada penelitian ini adalah air. Adapun variasi laju aliran gas yang digunakan antara lain : 20 cm<sup>3</sup>/menit, 40 cm<sup>3</sup>/menit, dan 60 cm<sup>3</sup>/menit. Dengan media pendingin yang menggunakan air serta laju aliran gas LPG yang bervariasi akan terlihat perubahan kekerasannya. Setelah di uji kekerasan dan uji ketahanan aus untuk mengetahui kekerasan permukaan dan ketahanan aus, serta akan dilakukan uji SEM/EDX dimana untuk mengetahui seberapa dalam kandungan ferrit, martensit, sementit, perlit, karbida dan martensit serta untuk mengetahui komposisi baja setelah dilakukan perlakuan panas pada permukaan baja dengan metode carburizing.

### 3.2.7 Kesimpulan

Proses penarikan kesimpulan adalah proses akhir dari penelitian yang berisi kesimpulan dari komparasi kualitas material hasil pengujian dengan pengaruh variasi laju aliran gas LPG terhadap permukaan baja dengan proses carburizing dengan variasi pengujian.